

УДК 16:004.81

## ПРОЕКТ КОГНИТИВНОЙ СЕМАНТИКИ КАК «ТЕРРИТОРИЯ» ИССЛЕДОВАНИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Скорынин С.С., Михайлова Т.Л.

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева»,  
Нижний Новгород, e-mail: tmichailova2012@yandex.ru

В статье рассмотрен проект когнитивной семантики и теории прототипов как теоретическое пространство дальнейшего развития искусственного интеллекта. Выявлено, вслед за Дж. Лакоффом, что когнитивные модели приобретают фундаментальную значимость благодаря их способности органично вписываться в рамки доконцептуальной структуры. Подчеркнуто, что любая диагностическая, экспертная система, система распознавания образов, кластерный анализ, обработка текстовых данных – базируется на категоризации. Показано, что рассмотренная теория прототипов позволяет переосмыслить это важнейшее понятие. В качестве итога был сделан ряд выводов. Во-первых, когнитивная семантика и теория прототипов позволяют «приоткрыть» некоторые аспекты изучения сознания, позволяющие сравнить его с ИИ. Во-вторых, исследования и формализация естественно-языковой метафоры важны, так как инициируют развитие искусственного интеллекта. В-третьих, они предоставляют возможность понимания областей опыта, не обладающих собственной доконцептуальной структурой. В-четвертых, проект когнитивной семантики – это возможность по-новому подойти к решению многих проблем искусственного интеллекта.

**Ключевые слова:** искусственный интеллект, теория прототипов, когнитивная семантика, когнитивная парадигма

## A COGNITIVE SEMANTICS PROJECT AS A CONTEXT FOR ARTIFICIAL INTELLIGENCE RESEARCH

Skorynin S.S., Mikhailova T.L.

Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R.E. Alekseev, Nizhny Novgorod,  
e-mail: tmichailova2012@yandex.ru

The article presents a cognitive semantics project and discusses the theory of prototypes as a theoretical space for further development of artificial intelligence. Following George Lakoff, the authors identify that cognitive models are gaining fundamental importance due to their ability to blend seamlessly into the framework of pre-conceptual structure. It is emphasized that any diagnostic expert system, any image recognition system, any cluster analysis, and any text data processing are based on categorization. It is shown that the theory of prototypes makes possible to re-think 'category' as a concept. As a result, a number of conclusions are drawn. Firstly, cognitive semantics and the theory of prototypes enable us to reveal some aspects of the study of consciousness in order to compare it with artificial intelligence. Secondly, research and formalization of natural language metaphor are important as they initiate the development of artificial intelligence. Thirdly, they provide a way of understanding certain fields of experience which do not have their own pre-conceptual structure. Lastly, the cognitive semantics project is an opportunity to approach a number of problems related to artificial intelligence in a new way.

**Keywords:** artificial intelligence, theory of prototypes, cognitive semantics, cognitive paradigm

Проблема создания и развития искусственного интеллекта (ИИ) поднимается давно, ибо человечество с древних времён старается упростить ручной труд, создавая специальные для этого приспособления. Необходимость развития ИИ связано с решением ряда проблем: прогнозирование природных катастроф, создание диагностических систем, освоение космоса и другие научные исследования. Сегодня уже существует программы, имитирующие определенные мыслительные процессы, однако исследования еще далеки до завершения.

Актуальность проблемы состоит в том, что модели и методы создания интеллектуальных систем развиваются в большей степени в рамках компьютерной парадигмы. Несмотря на существенные результаты, существуют сложности в разработке новых

алгоритмов, а улучшить эффективность старых получается на доли процентов. Это говорит о том, что необходимы исследования в других направлениях, которые приведут к новым интеллектуальным технологиям. Альтернативным и перспективным направлением развития ИИ являются исследования когнитивных структур и механизмов человека. В когнитивных науках за последние десятилетия заслуживает внимание – концепция когнитивной семантики, представляющая большой интерес для ИИ, но пока не привлекающая должного внимания специалистов. Задача этого материала – исследовать проект когнитивной семантики с позиции выявления ее инструментальных возможностей, применимости и статуса в контексте развития искусственного интеллекта.

При моделировании и создании ИИ возникают проблемы из-за того, что человеческий способ познания мира отличается от компьютера наличием двух параллельных систем познания. Компьютер же обладает, символично-логической системой познания. Человек обладает двумя, совместно работающими системами познания. Одна из них – это символично-логическое (рассудок, интеллект) мышление, а вторая система – восприятие и образное мышление. Эти две системы существуют у человека как одно, неразрывное целое [3]. Образную систему человека характеризуют два свойства, не имеющие аналогов в рамках компьютерной парадигмы. Первое свойство – высокая скорость обработки образов, при низкой скорости передачи сигналов в мозге. Второе свойство – целостность образных представлений («гештальтов»). Это свойство легло в основу гештальт-психологии – направления, активно развивавшегося в 30–40-х гг. XX века [14]. Данные два свойства неразрывны и обеспечиваются единым механизмом.

Термин «когнитивная семантика» появился в рамках направления «когнитивная лингвистика», сложившегося в лингвистике в конце 70-х-начале 80-х гг. прошлого века. Это направление возникло в результате осознания недостаточности формального подхода к построению модели естественного языка. С точки зрения формального подхода, язык может порождаться на основе алгоритмических процедур, а идея когнитивной лингвистики, наоборот, заключается в том, что основные свойства естественного языка существенно связаны с телесной природой человека, а также его физическим и социальным опытом. Наиболее полно эти открытия нашли свое выражение в концепции Дж. Лакоффа, представленной в его книге [7]. Концепция Лакоффа представляет собой проект решения двух проблем – категоризации и семантики.

Категоризация играет основополагающую роль, как в жизни человека, так и в науке, проектировании ИИ. Классификация необходима для людей, так как определяет мышление, восприятие и т.д. При любой активности (будь то физическая или мысленная) человек обращается к категориям. Анализируя внешний мир, производя или понимая различные высказывая человек, оперирует сотнями категорий. Вне способности классифицировать, человек не способен функционировать вообще, он теряется в окружающем его мире. Изуче-

ние процессов категоризации важно, так как приводит к пониманию мышления человека, что именно делает нас людьми. Необходимо отметить, что в машинном обучении классы и категории являются одними из фундаментальных понятий. Так или иначе, любая диагностическая, экспертная система, система распознавания образов, кластерный анализ, обработка текстовых данных базируется на категоризации. Без определения, что такое категория, невозможно построить адекватную систему ИИ.

Говоря об отношениях связывающих абстрактные знаки (символы) с объектом и определяющие их значение, по классической теории, не зависят от интеллекта человека, то есть, связь между знаком и классом, обладает аналогичным свойством. Таким образом, следуя данной концепции, категории, существуют независимо от человека и определяются только членами класса, а не телесным опытом людей. В классической теории категории определяются только в терминах общих характеристик входящих в нее членов, а не в терминах телесного опыта и специфических свойств человеческого понимания. Подвергать сомнению и исследованию всю классическую теорию категоризации – это значит пересмотреть взгляд на мышление как на абстрактное манипулирование символами. Предлагаемый новый подход под названием «Теория прототипов» основывается на идее о том, что, свойственная человеку ментальная процедура классификации на самом деле опирается на телесный опыт человека и воображение. Следовательно, оно не может характеризоваться простым манипулированием абстрактных символов. Пересмотр взглядов на категоризацию приводит к пересмотру взглядов, как на мышление, так и на понимание окружающего нас мира.

Исследования Берлина, Кея, Экмана, Рош, Тверски, Диксона и многих других ученых – поставили под сомнения классическую теорию классификации, притом, что их исследования соответствуют общепринятым стандартам научной строгости и точности. Пересмотр классического подхода к категоризации способствует достижению нового уровня научной точности в когнитивных науках. Теория прототипов возникла на основе целого ряда промежуточных этапов. Развитие «Теории прототипов» начинается с работ «Философские исследования» Людвиг Витгенштейна и продолжается психологическими исследованиями Элеоноры Рош и ее коллег. Элеонора Рош была

первой, кто обобщила приведенные взгляды и результаты, обратив внимание на перспективы исследования проблем классификации. Работая над данной теорией, Элеонора Рош показала несостоятельность классической теории классификации. Результаты Э. Рош и ее коллег были революционными в области категоризации и экспериментальной психологии. Исследования Рош представляют прототипические эффекты, обсуждавшиеся Берлином и Кеем, и эффекты базового уровня как результат наблюдений Брауна и данных Берлина. Анализ Рош показал, что в категориях существует асимметрия, предполагающая наиболее репрезентативные члены. С точки зрения когнитивной семантики, категоризация объединяет предметы действительности на основе естественной логики, но не формальной.

Когнитивный подход рассматривает проблему категоризации следующим образом:

1. В классах существуют прототипы. То есть структура многих естественных классов не является однородной. В них присутствуют наиболее репрезентативные члены. Они являются лучшими представителями, по сравнению с остальными.

2. Класс в общем виднее, не обязательно должен обладать одним и тем же набором признаков. Некоторые классы могут быть связаны семейным сходством.

3. Существует базовый уровень категоризации, который находится в середине иерархии «общего-конкретного». Обобщение происходит вверх от базового уровня, специализация – вниз. Пример: собака – базовая категория, хищник – обобщение, овчарка – специализация.

Для категорий базового уровня характерно следующее:

- они имеют единый, целостно воспринимаемый ментальный образ (гештальт);

- уровень, на котором члены категорий воспринимаются по сходным общим чертам;

- они хорошо узнаваемы;

- с ними связаны общие сходные физические действия для взаимодействия с различными членами категории;

- в качестве имен используются наиболее короткие и общеупотребительные слова;

- большинство признаков членов категории хранится на этом уровне;

- уровень, на котором быстрее всего идентифицируются члены категории;

- уровень, на котором структурируется наибольшая часть нашего знания.

– уровень, элементы которого используются в нейтральных контекстах [7].

Теории прототипов, показала, что базовый уровень – основа взаимодействия человека с внешним миром. Данный уровень характеризуется ментальной образностью и двигательной активностью и основан на гештальт-восприятии. Спускаясь на уровень выше или ниже, объекты становятся сложнее. Труднее различить один вид собаки от другого вида, чем кошки от собаки. Способность человека к восприятию на базе гештальтов, ориентированная на базовый уровень, не позволяет с легкостью сделать то же самое на низких или более высоких уровнях. Отметим, что следует различать термины «базовое» и «элементарное». То есть, базовый уровень не рассматривается как атомарные строительные блоки, не обладающие внутренней структурой. Базовый уровень является промежуточным уровнем концептуальной организации. Также существуют концепты базового уровня для действий и свойств (бег, еда, относятся к базовому уровню, а движение и глотание – к вышестоящему уровню) [7].

Основная идея когнитивная подхода заключается в том, что термины, которыми оперирует человек, значимы с начала их употребления. В этом плане есть существенное различие от ЭВМ, люди не оперируют знаками (символами) не имеющих значения. Человек мыслит при помощи естественного языка, а сам язык изначально возник вместе со значением. Примером может служить такая формальная наука, как математика. Считается, что математика наука о манипулировании символами, в ней можно что угодно и как угодно обозначать, только нужно предварительно ввести необходимые определения. Однако это не совсем так. Существуют определенные традиции и культура обозначений: переменные обозначаются как  $x, y, z$ ; константы как  $a, b, c$ ; функции как  $f, g, h$ . То есть, даже в математике, существуют символы (знаки), изначально связанные с некоторыми обозначениями. Дж. Лакофф считает, что концептуальные структуры возникают позже значения. Значение возникает из доконцептуального телесного опыта человека.

Человек взаимодействует с объектами окружающего его мира, структурируя их по схеме «часть-целое», основанного на гештальтах восприятия и двигательной активности и создания богатых ментальных образов. Данное взаимодействие является источником доконцептуальной организации

опыта человека. Концепты базового уровня согласуются с этой доконцептуальной структурой и осмысляются в ее терминах. Доконцептуальные структуры – это гештальты и образно-схематические структуры (вместилище, верх-низ, часть-целое, центр-периферия). Для человека целое является наиболее базовым, чем части. Образные схемы – это совокупность разнообразных категорий и схем быстрых рассуждений [7]. Лакофф в своей работе уделяет значительное внимание анализу основных образных схем. Кратко рассмотрим их. Другие схемы: а) связь (примеры метафор – межличностные и деловые отношения: установить и разорвать связь); б) источник-путь-цель (схема может быть временной или пространственной; ее образ – траектория); в) верх-низ, спереди-сзади, линейный порядок (шкала). Представленные схемы являются универсальными, так как они в той или иной степени присутствуют у всех людей и во всех культурах. Наряду с ними, существуют схемы, возникшие в результате индивидуального или коллективного опыта, связанного со средой обитания, профессиональной деятельностью и т.д. То есть, существуют как универсальные образные схемы, так и специфические, основанные на базе опыта отдельного коллектива или человека.

Когнитивные модели являются перспективным направлением исследования, так как обладают важными качествами. Они органично вписываются в рамки доконцептуальной структуры. В областях, где человек не способен обнаружить доконцептуальной структуры, он переносит ее аналог, используя естественно-языковую метафору. Очень большая часть нашего опыта устроена именно так. Предложенный подход обладает высокой объяснительной силой по отношению к реальным когнитивным процессам мозга. Концепция Лакоффа отвечает на сложные вопросы. Приведем примеры этих вопросов. Что такое типичный пример? Что такое понимание? Почему для понимания нужны наглядные примеры? С чем связаны трудности перевода? На основе когнитивной семантики формулируются серьезные социальные проблемы. Рассмотрим ряд проблем, связанных с механизмами усвоения знаний. Приведем такого рода примеры.

Методические проблемы образования. В.Арнольд критиковал подход к преподаванию, математики, внедренный во французской школе («бурбакистский» подход). Математика преподавалась формально, то есть наглядность, образные примеры ис-

ключались или как минимум не приветствовались. Рассматривая данный подход к обучению, с позиции когнитивной семантики, становится понятно, что наглядность необходима, так как она формирует гештальты. Гештальты, способствуя пониманию, помогают лучше усваивать работу с абстрактными математическими символами.

Манипулирование сознанием: от коммерческой рекламы до политической демагогии. Данные виды деятельности имеют цель внушить и навязать человеку определенные устойчивые представления, т.е. сделать их частью его концептуальной системы. Успех манипулирования достигается за счет логотипов и слоганов (гештальты), тем самым человек воспринимает представленную информацию непосредственно, без рационального размышления над воспринятым.

Искусство и познание. Отвечая на вопрос с позиции когнитивной семантики «содержится ли новое знание в произведениях искусства», ответ, конечно, – «да». Образы литературных героев часто используются в общении при описании человеческих черт, они (образы) являются гештальт-маркерами. Например, Отелло символизирует ревность, Плюшкин – бессмысленную скупость, сюжеты «Короля Лира» представляют собой образные схемы типовых бытовых ситуаций. Данные образы обладают наглядностью (т.е. близость к гештальтам), поэтому запоминаются и используются в повседневной жизни, чаще, чем формальные описания человеческих характеров и ситуаций.

Проект когнитивной семантики позволяет по-новому взглянуть на некоторые существующие проблемы ИИ. На сегодня среди важных проблем ИИ можно выделить следующие: а) организация знаний и б) формализация рассуждений. Для организации знаний (построения онтологий) представляет интерес «теория прототипов» Э.Рош. Пересмотр понятия «категория», «различные виды категорий», «категории базового уровня» – все это представляет интерес для организации знаний [8]. Для формализации рассуждений получен важный факт: человек не рассуждает по законам формальной логики. Реализация подобных рассуждений не представляется возможным в реальном времени из-за большого количества последовательных элементарных шагов (строгие математические доказательства много короче рассуждений, формализованных в стиле логики предикатов). Способность человека быстро рассуждать основана на использо-

вании образных схем, роль которых отмечалась еще в книге [7] и которые подробно рассмотрены в концепции Дж. Лакоффа. Хорошо организованная концептуальная система также способствует быстрым рассуждениям. «Разум должен что-то получить от формирования категорий, и это что-то есть вывод. Ясно, что мы не можем знать все о каждом объекте. Но мы можем объединить некоторые их свойства в категорию и из категории предсказать свойства, которые мы не наблюдали» [14].

Можно выделить направления исследований в контексте изложенных идей:

– формализация типологий когнитивных категорий и организация знаний на их основе;

– исследование и формализация проблемы гештальта и связи гештальтов с понятиями базового уровня;

– формализация быстрых рассуждений на основе образно-схематических структур [5].

Таким образом, когнитивная семантика описывает, как человек мыслит, классифицирует объекты, на каком уровне он действует наиболее эффективно. Когнитивные модели приобретают фундаментальную значимость благодаря своей способности органично вписываться в рамки доконцептуальной структуры. В те области, для которых в сфере человеческого мышления не обнаруживается доконцептуальной структуры, мы переносим ее аналог, используя естественно-языковую метафору. Теория прототипов позволила переосмыслить понятие «категоризация». Категоризация играет основополагающую роль, как в жизни человека, так и в науке, проектировании ИИ. Изучение процессов категоризации важно, так как приводит к пониманию мышления человека, что именно делает нас людьми. Необходимо отметить, что в машинном обучении классы и категории являются одними из фундаментальных понятий. Так или иначе, любая диагностическая, экспертная

система, система распознавания образов, кластерный анализ, обработка текстовых данных базируется на категоризации. Без определения, что такое категория, невозможно построить адекватную систему ИИ.

### Список литературы

1. Арнольд В.И. Нужна ли в школе математика / В.И. Арнольд. – М.: МЦНМО, 2001. [http://scepis.ru/library/id\\_649.html](http://scepis.ru/library/id_649.html).
2. Вергеймер М. Продуктивное мышление / М. Вергеймер. – М.: Прогресс, 1987.
3. Гаврилова Т.А. Категоризация знаний для создания онтологий / Т.А. Гаврилова, Е.С. Болотникова, Н.А. Гулякина // Материалы 4-й Всероссийской мультikonференции по проблемам управления МКПУ-2011, Т.1. – Таганрог: Изд. ТТИ ЮФУ, 2011. – С. 62–66.
4. Голицын Г.А. Нейронные сети и экспертные системы: перспективы интеграции / Г.А. Голицын, И.Б. Фоминых // Новости искусственного интеллекта. – 1996. – № 4.
5. Кузнецов О.П. Неклассические парадигмы искусственного интеллекта / О.П. Кузнецов // Теория и системы управления. – 1995. – №5. – С. 3–23.
6. Кузнецов О.П. Псевдооптические нейронные сети – прямолинейные модели / О.П. Кузнецов // Автоматика и телемеханика. – №12. – С.160–172.
7. Лакофф Д. Женщины, огонь и опасные вещи: Что категории языка говорят нам о мышлении; пер. с англ. И.Б. Шатуновского / Дж. Лакофф. – М.: Языки славянской культуры, 2004. – 792 с.
8. Лакофф Д., Джонсон М. Метафоры, которыми мы живем // Теория метафоры. – М., 1990. – С. 387–415.
9. Пинкер, С. Язык как инстинкт / С. Пинкер. – М.: Едиториал УРСС, 2004.
10. Поспелов, Д.А. Метафора, образ и символ в познании мира / Д.А. Поспелов // Новости искусственного интеллекта, № 1, 1998. – С. 94–14.
11. Скорьнин С.С. Исследования когнитивных структур – путь к новым технологиям / С.С. Скорьнин, Т.Л. Михайлова // Будущее технической науки: сборник материалов XVI Международной молодежной научно-технической конференции, 2017. – С. 756.
12. Hofstadter D and Fluid Analogies Research Group / Hofstadter, D // Fluid concepts and creative analogies: computer models of fundamental mechanisms of thought. – Basic Books, 1994.
13. Pinker S. (1997). How the Mind Works / Pinker, S // New York, NY: W. W. Norton & Company.
14. Sowa J.F. Conceptual Structures – Information Processing in Mind and Machines. / Sowa, J.F. // Addison-Wesley Publ. Comp. 1984.
15. Rosch E.H. Cognitive Representations of Semantic Categories / Rosch, E.H. // Journal of Experimental Psychology: General. – 1975. – Vol. 104, № 3. – P. 192–233.